

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：84601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16950

研究課題名（和文）施釉陶器色調計測の基礎的研究

研究課題名（英文）Fundamental study on color measurement of glazed pottery

研究代表者

田中 由理（TANAKA, YURI）

公益財団法人元興寺文化財研究所・研究部・研究員

研究者番号：70611614

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、筆者がこれまで行ってきた平安期緑釉陶器の釉調の色彩学的検討について、継続して研究を展開するものであるが、より深く施釉陶器全般の釉薬の色調のメカニズムや成分を明らかにするとともに、色調分析の方法論を確立することを目的とするものである。
平安期緑釉陶器の各産地の資料の比較では、濃緑色や淡緑色などの違いを反射スペクトルからもとえられるようになり、それぞれの中の色の細分化についても、ある程度の見通しを得たので、これを産地同定に応用できる可能性がある。
また現代の陶磁器では、銅釉でない鉄釉・コバルト釉などの釉も対象として分析した結果、成分と反射スペクトルの相関関係を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

筆者は平安期の緑釉陶器の色調計測に関して、これまで客観性を目指して反射スペクトルの比較を試みてきたものの、元データのままでは産地や時期の違いを詳細に論じることが難しく、方法論を整備することが必要だと考えた。そこで反射スペクトルを二次微分した二次微分スペクトルを用いることで、より詳細な比較を可能にすることができた。
また対象を緑釉陶器の銅釉から広げて、鉄の青磁釉やコバルトの染付などにも広げて比較することで、二次微分スペクトルの傾向が成分の違いもある程度示すことが分かり、今後施釉陶器以外のガラス製品など、他の材質のものにも応用できる可能性があるため、いろいろな考古学的検討に生かせると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study is a continuous study on the chromatic study of the glaze of Heian period green glaze pottery, which has been conducted by the author. The purpose is to clarify the components and to establish the methodology for color analysis.
By comparing the materials of each production area of green glaze pottery in the Heian period, it became possible to understand the difference of dark green and light green from the reflection spectrum, and I got some perspective on the subdivision of the colors in each, This may be applicable to production area identification.
In addition, as for modern ceramics, glazes such as iron glaze and cobalt glaze, which are not copper glazes, were analyzed, and the correlation between the components and the reflection spectrum could be clarified.

研究分野：考古学

キーワード：平安期緑釉陶器 色調計測 反射スペクトル 青磁 コバルト釉 二次微分スペクトル 緑釉瓦

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筆者は2008年度から平安期緑釉陶器の釉調の色彩学的検討について、継続して研究しており、本研究では、より深く施釉陶器全般の釉薬の色調のメカニズムや成分を明らかにするとともに、色調分析の方法論を確立することを目的とするものである。

これまで扱ってきた平安期緑釉陶器に関して言えば、その生産は、東海(愛知・岐阜)、近江、畿内、防長(山口)といった限られた地域で行われたとされてきたが、その産地を見分ける基準としては、器形などの型式学的な分類とともに、産地ごとに異なる胎土や釉調の識別も重要な指標となっている。しかしその色の表現には、これまで濃緑色や淡緑色などの主観的な色名が用いられがちであり、客観的な記述が十分になされていないという問題があった。また近年発掘調査などで新たな窯跡資料が発見されて、釉調に関しても従来より多様な生産のあり方が知られるようになり、色調の分析はますます重要度を増していると考えられる。

筆者は以前、大阪大学によって発掘された京都府亀岡市の篠窯跡群大谷3号窯の出土緑釉陶器資料の調査において、客観的な色調計測を目指す検討を行った(田中・高橋2012)。それは、色調計測のため導入した色彩計や分光測色計の計測値が、目視でイメージする色と比べ違和感があるという当初の疑問点をきっかけにして、その克服のため試行錯誤をしたものであるが、その結果、目視と機械による計測結果の誤差の問題が明らかになり、その対策や検討方法について、一定の成果を得た。その後、大谷3号窯の出土資料から範囲を広げて、資料を蓄積するほか、原料の確実にわかる釉薬のテストピースを自分で実際に製作し、測色をするなど、検討を進めてきた(田中2016)。

2. 研究の目的

しかし、客観性を目指して分光測色計を用い、分光反射率のグラフすなわち反射スペクトルの比較を試みてきたのであるが、同じような緑色の釉薬では、肝心の反射スペクトル自体も類似してしまうため、濃さや色味が異なるものの、そのラインの違いの説明の根拠を明確にしづらく、産地や時期ごとの共通性や差異を述べるのが難しいという課題が明らかになった。またそうした説明では、科学的な分析を試みているにもかかわらず、理系の研究者と意見交換することすら困難であるということも痛感した。そこで、方法論を整備することが必要だと考えた。

このような色調計測の方法論を整備するために、器械計測による分光反射率の分析と平安期緑釉陶器の産地同定というこれまでの検討をさらに進めるだけでなく、さまざまな施釉陶器・現代の焼き物・釉薬テストピースなども分析の対象とすることで、多様な色調を持つ施釉陶器資料の測定し、分析方法の確立を目指していくことにした。

3. 研究の方法

まず、色調計測の分析方法については、他の文化財科学の研究分野に目を向けたところ、絵画資料の顔料の分野では、反射スペクトルから色、そしてその成分の推定を行う研究が少なからず行われており(朽津ほか1999)、その分析方法として二次微分スペクトルが利用されている(吉田2011)。そこで、緑釉陶器の色調においても二次微分スペクトルを導入し、これまでよりも客観的に色を比較することを試みることにした。

そのようにして、より科学的・客観的な分析方法に改良したのち、平安期緑釉陶器の測色データを蓄積し、分析結果を増やした。一方、緑釉陶器に限らない、様々な施釉陶器として、現代の陶磁器を対象にして、鉄釉・銅釉・コバルト釉などいろいろな材料の釉の色調を比較することにした。

4. 研究成果

二次微分スペクトルの利用

施釉陶器の色調計測に二次微分スペクトルが有効かを検証するために、平安時代の各産地の緑釉陶器、地方独立行政法人京都産業技術研究所所蔵の織部釉・青磁釉などのテストピースと、筆者が製作した釉薬テストピースの測色データについて、二次微分スペクトルを比較した。

平安時代の各産地の緑釉陶器の反射スペクトルは、産地ごとに緑色の波長をピークとする山の形の違いがあることは分かっていたものの、二次微分スペクトルにして比較することで、どの波長でどのような変化があるかを明確に説明でき、釉調の特徴を抽出できることが分かった。また現代のテストピースは平安時代の緑釉陶器とは原料や焼成方法、添加物に差があり、テストピースの形状もあるため一概に比較はできないものの、釉調の特徴を抽出することもでき、平安時代の緑釉陶器との区別も歴然としているため、二次微分スペクトルは施釉陶器の釉調の色調の比較に有効と考えられた。また京都産業技術研究所のテストピースと素人の筆者のテストピースでは、データのばらつき具合などにも差があり、二次微分スペクトルを比較することで、いろいろな情報が得られる可能性がある。

平安期緑釉陶器の測色データの分析

石井清司氏代表の科研『平安期緑釉陶器・緑釉瓦生産の多分野協働型研究』(JSPS 科研費JP17K03227)に参加させていただき、緑釉陶器や緑釉瓦の色調データを蓄積し、分析を行った。

その結果、淡い緑色のもの(図1、2)は390nmに上向きのピークと450nmに大きい下向きのピークがある一方、濃い緑色のもの(図3、4)は420nmに上向きのピークがあり、450nmでそ

緑釉陶器（淡い緑色の釉調）

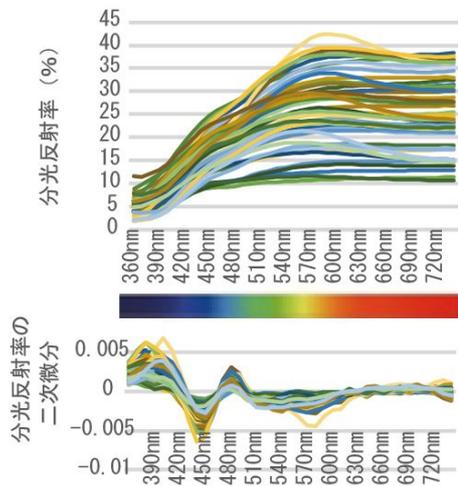


図1 石作窯跡出土緑釉陶器
釉調 $a^* < 0$ (緑) の反射スペクトル
(上段：元データ・下段：二次微分)

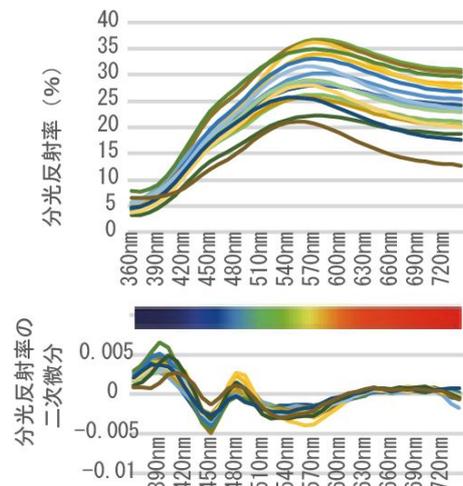


図2 同志社大学歴史資料館所蔵本山遺跡出土
緑釉陶器 釉調 $a^* < -3$ (緑) の反射スペクトル
(上段：元データ・下段：二次微分)

緑釉陶器（濃い緑色の釉調）

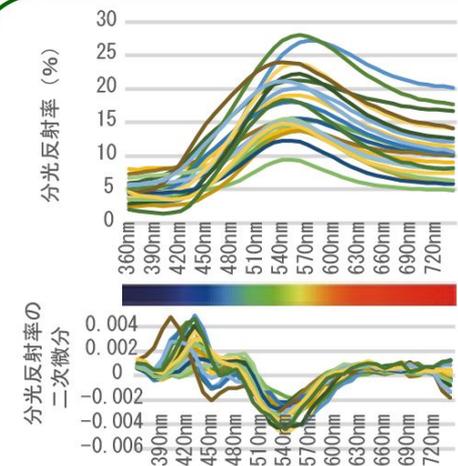


図3 多治見市住吉16号窯出土緑釉
釉調 $a^* < -3$ (緑) の反射スペクトル
(上段：元データ・下段：二次微分)

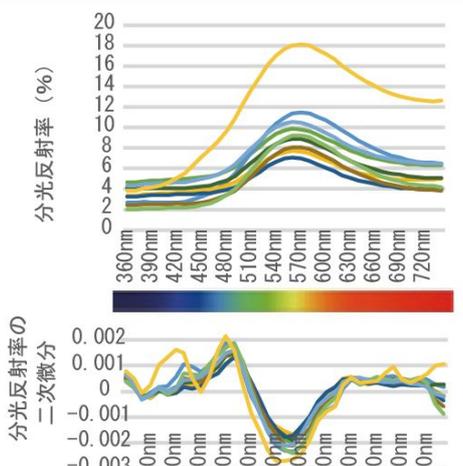


図4 恵那市祖理見遺跡出土緑釉陶器
釉調 $a^* < -3$ (緑) の反射スペクトル
(上段：元データ・下段：二次微分)

れほど下がらないなど、違いがある。また淡い緑色の中でも、540nm付近でより下方に下がっており、その分より緑みを増した釉調となるもの(図2)や、450nmへ向かう大きい下向きのピークの急角度の具合などで、産地などの違いが出る可能性がある。一方濃い緑色の中では420nmと480nmに小さな上向きのピークがあるが、420nmのほうが高くなるもの(図3)と480nmのほうが高くなるもの(図4)という差もあり、後者の方が黄色みの増した釉調となるなど、微妙な色の差異が特定の波長の違いにも表れることが分かった。

このように反射スペクトルの二次微分スペクトルを比較することで、淡い緑色と濃い緑色の差を波長のピークの違いからも識別することができ、それぞれの色の中でも緑の度合いや黄色の度合いを波長のピークの違いから客観的に区別することが可能となり、今後産地同定に生かされる可能性があると考えられた。

現代の陶磁器の色調分析

一方、二次微分スペクトルによる緑釉陶器の比較から、改めて胎土の鉄による色と釉薬の銅による色が混ざり、波長のピークの原因を正確に解釈する難しさも認識することになった。そこで多様な成分の色調を比較する必要性を感じたため、2019年9月に福岡県北九州市で開催された第41回西日本陶磁器フェスタにおいて、青磁釉(鉄釉)、萩焼、織部釉(銅釉)、トルコ青釉(銅釉)、染付(コバルト釉)など様々な釉薬の現代の陶磁器を購入し、製作者にも話を聞く機会を得て、これらの色調を測色した。

まず青磁は淡い青色(図6)から淡い緑色(図5)、白色、また胎土の赤茶色など、様々な色がある一方、反射スペクトルのピークの位置が共通するなど、鉄という成分に起因する特有のピ

青磁釉（鉄釉）

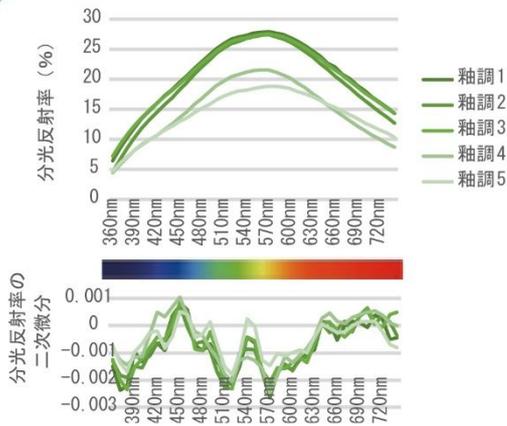


図5 福岡白水窯の青磁1 釉調の反射スペクトル (上段: 元データ・下段: 二次微分)

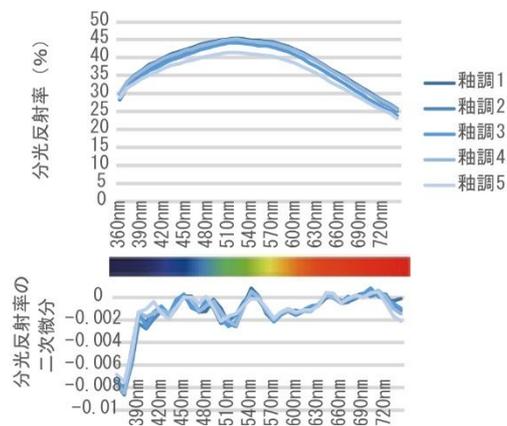


図6 福岡白水窯の青磁2 釉調の反射スペクトル (上段: 元データ・下段: 二次微分)

コバルト釉

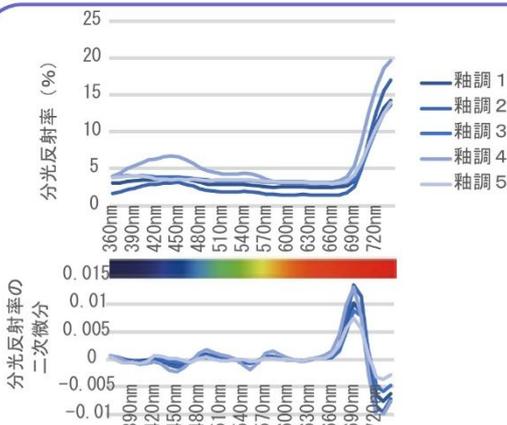


図7 波佐見焼福春のコバルト釉陶器 釉調の反射スペクトル (上段: 元データ・下段: 二次微分)

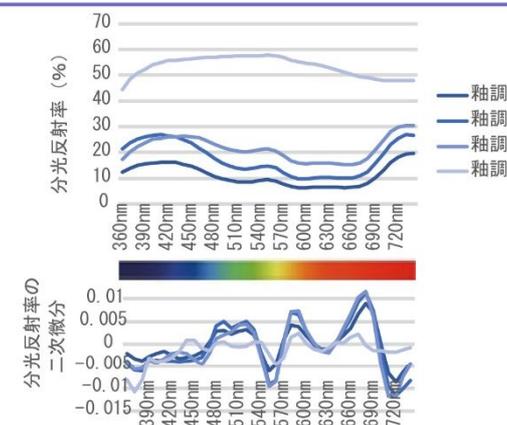
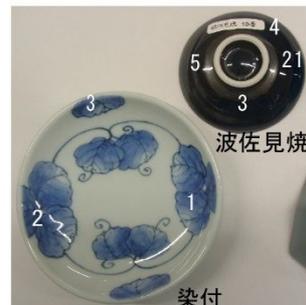
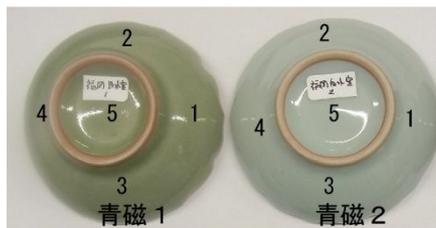


図8 佐世保啓祥窯の染付陶器 釉調の反射スペクトル (上段: 元データ・下段: 二次微分)



ークがあることが分かった。つまり緑釉陶器と類似した緑色であっても、青磁では、緑釉陶器とは異なる反射スペクトルになることが分かったのである。またコバルト釉では(図7、8)、高波長部分で特徴的なピークがあり、反射スペクトルや二次微分スペクトルだけで、鉄釉や銅釉との区別をすることが可能であることが分かった。

また銅釉についても、織部釉と発色メカニズムが異なるトルコ青釉(コロイド状の発色)を測色した結果、濃い緑色の釉薬とは異なる二次微分スペクトルになることが分かり、それが平安期緑釉陶器の淡緑色と濃緑色の違いにも通じる可能性がでてきた。

施釉陶器の色調計測とその分析は、また研究途上で不明確な点も多いが、いろいろな考古学的検討に生かしていくことが可能であると考え。今後も平安期の緑釉陶器の色調分析を継続していくとともに、施釉陶器、また土器やほかの素材の考古資料に対象を広げながら、色調分析の可能性を探っていきたい。

【引用文献】

朽津信明ほか 1999「顔料鉱物の可視光反射スペクトルに関する基礎的研究」『保存科学 38』
田中由理・高橋照彦 2012「(17)平安期緑釉陶器の色彩的検討 機械測定と目視同定 - 」『日本考古学協会第78回総会研究発表要旨』日本考古学協会

田中由理 2016 『平安期緑釉陶器の色彩学的研究』(JSPS 科研費 JP25770283) 科学研究費報告書
吉田直人 2011 「可視反射スペクトルと二次微分スペクトルによる青色色材の判別に関する検討」
『保存科学 50』

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 田中由理	4. 巻 -
2. 論文標題 第 章 緑釉陶器・緑釉瓦の色調分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 平安期緑釉陶器・緑釉瓦生産の多分野協働型研究	6. 最初と最後の頁 159～176
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由理	4. 巻 -
2. 論文標題 施釉陶器の色調計測 - 現代の陶磁器を対象として -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 元興寺文化財研究所研究報告2019	6. 最初と最後の頁 45～58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由理	4. 巻 -
2. 論文標題 色調分析方法の可能性について - 二次微分スペクトルを用いて -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 『和の考古学』藤田和尊さん追悼論集	6. 最初と最後の頁 443～454
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由理	4. 巻 -
2. 論文標題 緑釉陶器の測色とその分析 西山1号窯出土品とその比較資料	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 撰関期の瓦陶兼業窯をめぐる多面的研究	6. 最初と最後の頁 129～148
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中由理
2. 発表標題 施釉陶器色調計測の基礎的研究
3. 学会等名 日本文化財科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中由理
2. 発表標題 緑釉陶器・緑釉瓦の色調分析
3. 学会等名 シンポジウム「京の翠とわざの粋 - 緑釉陶器と緑釉瓦」
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田中由理	4. 発行年 2020年
2. 出版社 元興寺文化財研究所	5. 総ページ数 54
3. 書名 施釉陶器色調計測の基礎的研究	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----